



(19) RU (11) 2 123 684 (13) C1  
 (51) МПК<sup>6</sup> G 01 N 25/72

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 97121111/25, 15.12.1997

(46) Дата публикации: 20.12.1998

(56) Ссылки: SU 1075131 A, 1984. SU 602842 A,  
1978. SU 1173285 A, 1985. SU 717639 A, 1980.  
SU 312192 A, 1971. EP 0245660 A2, 1987. EP  
0554888 A1, 1993.

(71) Заявитель:  
Новосибирский завод "Искра"

(72) Изобретатель: Андреев В.В.,  
Воронцов С.С.

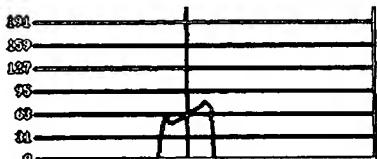
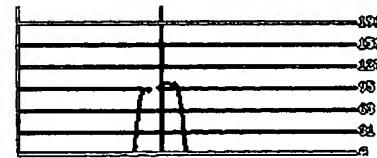
(73) Патентообладатель:  
Новосибирский завод "Искра"

**(54) СПОСОБ ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ШНУРООБРАЗНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**(57) Реферат:**

Изобретение относится к технологии контроля шнурообразных изделий, в частности таких, как детонирующие и огнепроводные шнуры, содержащие сыпучие вещества, заключенные в оболочку из предохранительного материала. Задача, решаемая изобретением, - создание надежного способа контроля сплошности заполнения и симметричности толщины оболочки детонирующего шнура. Сущность способа состоит в том, что изделие, нагретое в процессе изготовления, перемещают в поле зрения инфракрасного радиометра и сканируют тепловое поле в продольном и поперечном направлениях с частотой, равной отношению скорости движения на минимальный размер дефекта. Частоту аналого-цифрового преобразования выбирают равной отношению частоты сканирования на число элементов, необходимое для измерения поперечных размеров объекта. Цифровую информацию записывают построчно в виде кадра и по

продольному распределению и величине температуры контролируют наличие выпадений и мест с пониженной плотностью ВВ, а по поперечному сечению контролируют диаметр и симметричность толщины оболочки. 1 ил.



6

R U  
2 1 2 3 6 8 4  
C 1

R U ? 1 2 3 6 8 4 C 1



(19) RU (11) 2 123 684 (13) C1  
 (51) Int. Cl. 6 G 01 N 25/72

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 97121111/25, 15.12.1997

(46) Date of publication: 20.12.1998

(71) Applicant:  
 Novosibirskij zavod "Iskra"

(72) Inventor: Andreev V.V.,  
 Vorontsov S.S.

(73) Proprietor:  
 Novosibirskij zavod "Iskra"

(54) PROCESS OF THERMAL INSPECTION OF MULTICOMPONENT CORD-LIKE ARTICLES

(57) Abstract:

FIELD: technology of inspection of cord-like articles, specifically, detonating cords and Bickford fuses carrying loose substances enclosed in jacket of protective material. SUBSTANCE: article heated in process of manufacture is moved in field of vision of infrared radiometer and thermal field is scanned in longitudinal and lateral directions with frequency equal to relation of movement speed to minimum size of flaw. Frequency of analog-to-digital conversion is chosen equal to relation of scanning frequency to number of elements needed to measure lateral dimensions of object. Digital information is recorded line by line in the form of frame, presence of fallen-out explosive and points with decreased density of explosive is checked by longitudinal distribution and value of temperature, diameter and symmetry of jacket thickness are controlled by cross-section. EFFECT:

development of reliable method of inspection of continuity of filling and symmetry of thickness of jacket of detonating cord. 2 dwg



6

R U  
 2 1 2 3 6 8 4  
 C 1

R U ? 1 2 3 6 8 4 C 1

Изобретение относится к технологии контроля шнурообразных изделий, в частности таких, как детонирующие и огнепроводные шнуры, содержащие сыпучие вещества, заключенные в оболочку из предохранительного материала.

Изделия представляют собой пластиковую или плетеную трубку с сердечником из бризантного взрывчатого вещества (ВВ).

Технологический процесс производства заключается в заполнении сыпучим веществом полой трубы в процессе ее экструзии. /1/

Вследствие несовершенства технологии шнур может иметь дефекты заполнения в виде пустот или недостаточной удельной плотности, что при его использовании может приводить к отказам во взрывании. На свойства шнура влияет также равномерность толщины оболочки, определяемая качеством наладки технологического оборудования.

Существующие методы контроля сплошности (механический по толщине, электрический по диэлектрической проницаемости, рентгеновский, магнитный) не удовлетворяют требованиям производства. Это связано с их недостаточной надежностью обнаружения выпадений и точностью контроля линейной плотности ВВ.

Рентгеновский (как и радиоизотопный) метод малоприемлем ввиду высокой стоимости и по технике безопасности.

Известен способ активного теплового контроля, заключающийся в нагреве объекта контроля, сканировании с определенной скоростью теплового поля объекта инфракрасным радиометром вдоль направления его перемещения и аналого-цифровое преобразование сигнала радиометра (авторское свидетельство 1075131) /2/.

Этот способ не позволяет контролировать неравномерность толщины оболочки и может давать ложные срабатывания в случае контроля сплошности заполнения трубы ВВ.

Задача, решаемая изобретением, создание такого способа, который позволил бы контролировать сплошность заполнения шнура и толщину оболочки, в том числе в процессе изготовления шнура.

Поставленная задача решена за счет того, что в известном способе,ключающем нагрев объекта контроля, перемещение его в поле зрения инфракрасного радиометра, осуществляющего сканирование объекта, и аналого-цифровое преобразование сигнала радиометра, производят нагрев одной или нескольких компонент изделия, построчно сканируют тепловое поле объекта в продольном и поперечном направлении с частотой, равной отношению скорости движения объекта на минимальный размер дефекта, частоту аналого-цифрового преобразования выбирают равной отношению частоты сканирования на число элементов, необходимое для измерения поперечных размеров объекта, цифровую информацию записывают построчно в виде кадра и по продольному распределению и величине температуры контролируют наличие выпадений и мест с пониженной плотностью ВВ, а по поперечному сечению контролируют диаметр шнура и симметричность толщины оболочки.

Сущность изобретения поясняется на

примере контроля за качеством детонирующих шнуров в процессе их изготавливания.

В технологическом процессе материал оболочки в зоне экструзии нагрет до температуры размягчения, а наполнитель - ВВ - находится при температуре окружающей среды. После экструзии тепло из материала оболочки истекает по двум каналам: в окружающий воздух посредством конвекционного охлаждения и в наполнитель через механизм теплопроводности. На участке между экструдером и охладителем время пребывания шнура мало (около 0,2 с), поэтому за счет конвекции температура снижается незначительно, изменение температуры определяется в основном вторым механизмом.

При возникновении выпадения или снижении плотности наполнителя на поверхности оболочки возникает зона с повышенной температурой, так как отток тепла в наполнитель резко снижается. Поскольку теплопроводность материала оболочки мала, растекания тепла вдоль шнура по оболочке не происходит, и зона повышенной температуры соответствует зоне выпадения или пониженной плотности наполнителя, при этом ее минимальный размер определяется толщиной оболочки и имеет величину около 1 мм.

В каждой точке поперечного сечения шнура величина температуры пропорциональна толщине оболочки.

При обработке термограмм по продольному распределению и по величине температуры контролируют наличие мест выпадений и мест с пониженной плотностью ВВ, а по поперечному распределению температуры контролируют размер шнура и симметричность толщины оболочки.

Возможности способа иллюстрируют следующие расчеты.

Значения теплофизических параметров и удельных расходов материалов оболочки и наполнителя:

удельная теплоемкость: ТЭН - 0,4 кал/град,

полиэтилен - 0,45 кал/град,

нить - 0,4 кал/град

расход: ТЭН - 6,5 г/м, полиэтилен - 10 г/м, нить - 2,58 г/м.

Начальная температура полиэтилена 110 °C = 383 К, нити и ТЭНа 20°C = 293 К.

Проведем оценки разности температур для нормального шнура с расходом ТЭНа 6,5 г/м и для шнура с выпадением наполнителя.

Удельная теплоемкость на 1 м длины шнура полистиlena:

$$W_n = 0,45 \cdot 10 = 4,5 \text{ кал/град},$$

$$\text{нити: } W_n = 0,4 \cdot 2,58 = 1 \text{ кал/град},$$

$$\text{TЭНа: } W_t = 0,4 \cdot 6,5 = 2,6 \text{ кал/град}.$$

Общая теплоемкость 1 м шнура с ТЭНом:

$$W_w = W_n + W_h + W_t = 4,5 + 1 + 2,6 = 6,1 \text{ кал/град}.$$

То же без ТЭНа:  $W_w = 5,5 \text{ кал/град}$ .

Теплосодержание полистилена:

$$Q_n 4,5 \cdot 383 = 1723 \text{ кал, нити } Q_h = 1 \cdot 293 = 293 \text{ кал, ТЭНа: } Q_t = 2,6 \cdot 293 = 761,8 \text{ кал.}$$

Теплосодержание 1 м шнура с ТЭНом:  $Q_w = 1723 + 293 + 761,8 = 2778,3 \text{ кал.}$

То же без ТЭНа:  $Q_w = 2016,5 \text{ кал.}$

Установившаяся температура шнура с ТЭНом:  $T_w = 2778,3/8,1 = 1,343 \text{ К, то же}$

для шнура без ТЭНа:  $t_{\text{ш}} = 2016,5 / 5,5 =$

366,6К.

Таким образом, разность температур шнура без выпадений и с выпадением наполнителя составляет  $\Delta T = 366,6 - 343 = 23,6^\circ$ .

Пример реализации способа.

Измерения проводились адаптированной к условиям производства термовизионной системой TB-M /3/ на действующей установке в процессе производства изделия. Зона контроля располагалась перед входом шнура в охлаждающую ванну на расстоянии примерно 15 см от поверхности воды. Сканирование производилось в горизонтальной плоскости с частотой около 250 строк в секунду. При скорости движения шнура около 100 см/с распределение собственного температурного излучения в поперечных сечениях шнура считывалось через 4 мм, пространственное разрешение в поперечном сечении при этом составляло около 0,3 мм. Регистрировались серии по 125 строк для характерных состояний шнура. Всего зарегистрировано 25 таких серий.

На чертеже а, б приведены графики распределения температуры.

На графике а - шнур без наполнителя, на графике б - шнур с наполнителем. Из сравнения графиков можно определить, что при набивке происходит увеличение диаметра шнура, снижение средней температуры на величину около 20 градусов и

возникает асимметрия распределения температуры, связанная с неравномерностью толщины оболочки.

Использованная литература.

1. Патент Великобритании 8080876, класс 9/1, С 5 А, МПИ F 07 f.
2. Авторское свидетельство 1075131, МКИ G 01 N 25/72.

#### Формула изобретения:

Способ теплового контроля

- 10 многокомпонентных шнурообразных изделий, включающий нагрев объекта контроля, перемещение его в поле зрения инфракрасного радиометра, осуществляющего сканирование объекта, и аналого-цифровое преобразование сигнала радиометра, отличающийся тем, что производят нагрев одной или нескольких компонент изделия, построчно сканируют тепловое поле объекта в продольном и поперечном направлении с частотой, равной отношение скорости движения объекта на минимальный размер дефекта, частоту аналого-цифрового преобразования выбирают равной отношению частоты сканирования на число элементов, необходимое для измерения поперечных размеров объекта, цифровую информацию записывают построчно в виде кадра и по продольному расположению и величине температуры контролируют наличие выпадений и мест с пониженной плотностью ВВ, а по поперечному сечению контролируют
- 15 диаметр шнура и симметричность толщины оболочки.
- 20
- 25
- 30

RU ? 1 2 3 6 8 4 C1

35

40

45

50

55

60

-4-

R U  
2 1 2 3 6 8 4  
C 1